

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002222758  
PUBLICATION DATE : 09-08-02

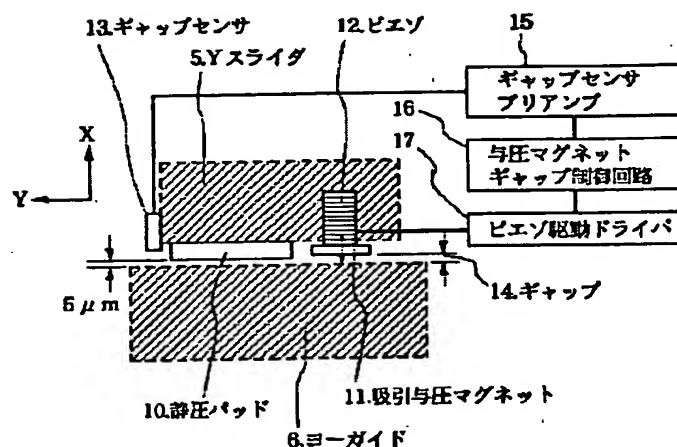
APPLICATION DATE : 29-01-01  
APPLICATION NUMBER : 2001019522

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : MIYAJIMA GIICHI;

INT.CL. : H01L 21/027 G03F 7/20 H01L 21/68

TITLE : STAGE SYSTEM AND EXPOSURE APPARATUS USING IT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stage system which can reduce the fluctuating amount of a gap that occurs when a mobile stage section moves in steps, and to provide an exposure apparatus which is provided with the stage system and can be improved in throughput and exposure accuracy.

SOLUTION: The stage system has a mobile stage which can move while the stage is mounted with both an original plate and a substrate or the substrate, a static pressure pad 10 which guides the mobile stage while the pad 10 supports the stage against a stage pedestal and/or a yaw guide 6, and means (an attracting and pressurization magnet 11, a piezoelectric element 12, a gap sensor 13, etc.), which control at least either one of the attracting force and gap between the mobile stage and the stage pedestal and/or yaw guide 6.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-222758  
(P2002-222758A)

(43) 公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 3 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1	H 0 1 L 21/68	K 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/68		21/30	5 1 5 F
			5 1 5 G

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-19522(P2001-19522)

(22) 出願日 平成13年1月29日(2001.1.29)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 宮島 毅一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100086287

弁理士 伊東 哲也

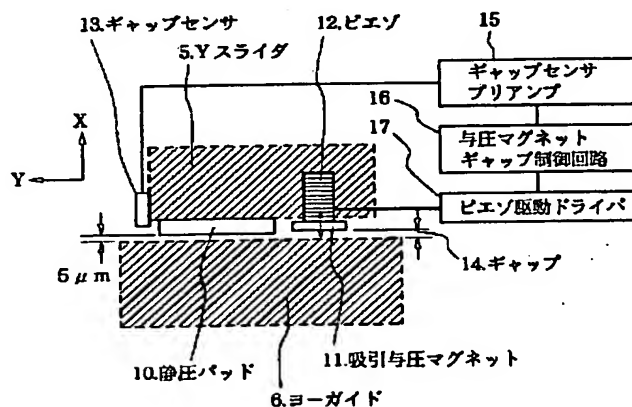
Fターム(参考) 5F031 CA02 HA53 JA01 JA13 JA17  
JA30 JA32 JA51 KA06 KA07  
KA20 LA03 LA04 LA08 LA10  
MA21 MA27 PA06  
5F046 CC01 CC02 CC15 CC18

(54) 【発明の名称】 ステージ装置およびそれを用いた露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ステージ可動部がステップ移動した時に発生するギャップ変動量を低減できるステージ装置、および該ステージ装置を備えてスループットおよび露光精度の向上が可能な露光装置を提供する。

【解決手段】 ステージ装置は、原版および基板の両方または基板を搭載して移動自在な移動ステージと、該移動ステージをステージ定盤および/またはヨーガイド6に対し支持し案内する静圧パッド10と、該移動ステージを該ステージ定盤および/またはヨーガイド6の間の吸引力およびギャップ量の少なくとも一方を制御する手段(吸引与圧マグネット11、ピエゾ12、ギャップセンサ13等)を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動ステージと、該移動ステージを所定の案内面に対しギャップを介して支持する静圧パッドと、該移動ステージを前記案内面に対し吸引与圧する吸引与圧手段とを有するステージ装置において、前記吸引与圧手段の吸引与圧力を制御する吸引与圧力制御手段を有することを特徴とするステージ装置。

【請求項2】 前記静圧パッドおよび／または前記吸引与圧手段と前記案内面の間のギャップ量を計測する計測手段をさらに備え、前記吸引与圧力制御手段は、該計測手段からの信号に応じて前記吸引与圧力を制御することを特徴とする請求項1に記載のステージ装置。

【請求項3】 前記移動ステージが前記案内面と対向する部分である可動部を複数有し、前記計測手段は、この複数の可動部に対応してそれぞれ複数個所設けられ、前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動方向および動作状態により、前記計測手段による計測タイミングおよび計測値を選択制御することを特徴とする請求項1または2に記載のステージ装置。

【請求項4】 前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動動作および／または駆動信号に同期して前記吸引与圧力を制御することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項5】 前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動動作時に発生する外乱要因から予測制御するフィードフォワード制御により前記吸引与圧力を制御することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項6】 前記吸引与圧力制御手段は、前記吸引与圧手段と前記案内面の間のギャップ量を変位制御することにより前記吸引与圧力を制御することを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項7】 前記吸引与圧手段が、磁石またはバキュームパッドであることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項8】 前記吸引与圧手段が、バキュームパッドであり、前記吸引与圧力制御手段は、前記バキュームパッドにおけるバキューム圧力を可変制御することにより前記吸引与圧力を制御することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項9】 移動ステージと、該移動ステージを所定の案内面に対しギャップを介して支持する複数の静圧パッドと、該移動ステージを駆動する駆動手段とを有するステージ装置において、前記静圧パッドの圧力を前記移動ステージの移動に同期して可変制御することにより、前記静圧パッドと前記案内面の間のギャップ量を制御するギャップ制御手段を有することを特徴とするステージ装置。

【請求項10】 前記ギャップ制御手段は、互いに相対する静圧パッド面を有する前記静圧パッドの圧力につい

ては互いに逆相で可変制御することを特徴とする請求項9に記載のステージ装置。

【請求項11】 前記案内面が、前記移動ステージを垂直方向に支持するステージ定盤の上面または前記移動ステージを所定方向に案内するガイドの案内面であることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のステージ装置。

【請求項12】 原版に描かれたパターンを投影光学系を介して基板に投影し、該投影光学系に対し該基板または該原版と該基板の両方をステージ装置により相対的に移動させることにより、該原版のパターンを該基板に繰返し露光する露光装置であって、

前記ステージ装置の少なくとも1つが請求項1～11のいずれか1項に記載のステージ装置であることを特徴とする露光装置。

【請求項13】 請求項12に記載の露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴とする露光装置。

【請求項14】 前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることを特徴とする請求項13に記載の露光装置。

【請求項15】 請求項12に記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項16】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴とする請求項15に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項17】 前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことを特徴とする請求項16に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項18】 請求項12に記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネッ

トワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴とする半導体製造工場。

【請求項19】 半導体製造工場に設置された請求項12に記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体露光装置の可動ステージや工作機械の可動テーブルに用いられて、高速かつ高精度な位置決めを必要とされるステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造過程においては、レチクルまたはマスク等の原版のパターンをウエハ（シリコンウエハ）等の基板上に投影して転写するための露光装置が用いられる。この露光装置においては、レチクルパターンをシリコンウエハ上に投影露光する際、シリコンウエハを投影露光系に対して順次ステップ移動するためのウエハステージが用いられる。また、いわゆる走査型投影露光装置（スキャナ）においては、さらにレチクルとシリコンウエハを投影露光系に対して同期して走査するためのレチクルステージも用いられる。

【0003】図19は、従来のステージ装置の全体斜視図である。同図において、51はレチクル基板に描かれたレチクルパターンを縮小露光系を通して投影転写するために、単結晶シリコン基板表面にレジストが塗られたウエハ、52はウエハ51を縮小露光系の光軸方向およびチルト方向および光軸中心の回転方向に微動調整する微動ステージである。また、53は微動ステージ52のX軸方向の移動を案内するXガイド、54は微動ステージ52をX方向に移動駆動するXリニアモータ、55はXガイド53および微動ステージ52をY方向に移動案内するYスライダ、56はYスライダ55をY方向にガイドするヨーガイドである。そして、57はYスライダ55をY方向に移動駆動するYリニアモータ、58も同じくYスライダ55をY方向に移動駆動するYRリニアモータ、59はステージ定盤である。微動ステージ52およびYスライダ55は、それらの下面にステージ定盤59の上面に対向して設けられた静圧パッドによりステージ定盤59上に浮上され、ステージ定盤59により上下方向で支持案内される。

【0004】図20は、図19のYスライダ55およびヨーガイド56の構成を示す平面図であり、図21は、Yスライダ55の側面図である。図20および図21において、60はYスライダ55の側面に設けられ、ヨーガイド56に対して静圧を発生させ、エアーベアリングとなる静圧パッド、61は静圧パッド60の浮上力に対してヨーガイド56に対し磁気吸引力を発生させる吸引与圧マグネットである。このように、吸引与圧マグネット61により吸引与圧を静圧パッド60面の静圧面にかけることによって、エアーベアリングギャップ量を調整し、かつ静圧剛性を上げている。

【0005】図22は、吸引与圧マグネット61のヨーガイド56に対するギャップ量対与圧力特性を示すグラフである。ギャップ量の調整は、静圧パッド60とヨーガイド56の静圧ギャップが5 [ $\mu\text{m}$ ] となるように静圧パッド60の圧力と吸引与圧マグネット61のギャップを調節しながら、吸引与圧マグネット61とヨーガイド56とのギャップを調整する。調整ポイントは、吸引与圧マグネット61とヨーガイド56とのギャップ量を50 [ $\mu\text{m}$ ] 程度の位置に合わせ込むと、与圧力としてはほぼ50 [ $\text{kgf}$ ] 程度を中心に与圧力を発生させるポイント、つまり図22に示す吸引与圧マグネット調整ポイントとする。このように、吸引与圧マグネット61とヨーガイド56とのギャップを50 [ $\mu\text{m}$ ] 程度の位置に合わせ込むと、静圧パッド60とヨーガイド56とのギャップ量が5 [ $\mu\text{m}$ ] での浮上力50 [ $\text{kgf}$ ] とバランスするため、静圧パッド60のギャップ量は5 [ $\mu\text{m}$ ] に調整される。

【0006】以上説明した構成で、微動ステージ52をX方向にステップ移動させる際、Xリニアモータ54に発生するX方向の反力がYスライダ55に伝達され、静圧パッド60の静圧ギャップにX方向の反力の加速度変動によるギャップ量変動が発生する。

【0007】図23は、図19のステージ装置におけるX方向のステップ移動時のギャップ量変動波形を示すグラフである。図23において、横軸を時間、縦軸をギャップ量とし、ギャップ量の中心を調整ギャップ量である5 [ $\mu\text{m}$ ] とする。微動ステージ52の-X方向のステップ移動により、まず+X、次いで-Xの順にX方向の反力加速度変化による静圧ギャップ変動が図23のグラフに示す波形で発生する。図23のグラフにおいて、ステップ時間は整定を含めて $T_a$  [ $\text{sec}$ ] となる。ここで、ギャップ量変動は $5 \pm 2$  [ $\mu\text{m}$ ] 発生する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来例においては、図23のグラフに示す微動ステージ52のステップ時間 $T_a$ を短縮する目的でX方向のステップ移動加速度をさらに上げていくと、ギャップ量変動が $5 \pm 5$  [ $\mu\text{m}$ ] になった時点でギャップ量が全て食われ、それ以上加速度が上げられなくなる欠点があった。さらに、上下（Z軸）

方向のギャップ量変動についても上記した平面(XY平面)方向のギャップ量変動と同様の問題があった。

【0009】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、ステージ可動部(移動ステージ)の移動時に発生するギャップ変動量を低減し、整定時間の短縮を図ることができるステージ装置、および該ステージ装置を備えてスループットおよび露光精度の向上が可能な露光装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段および作用】上記課題を解決するために、本発明に係る第1のステージ装置は、移動ステージと、該移動ステージを所定の案内面に対しギャップを介して支持する静圧パッドと、該移動ステージを前記案内面に対し吸引与圧する吸引与圧手段とを有するステージ装置において、前記吸引与圧手段の吸引与圧力を制御する吸引与圧力制御手段を有することを特徴とする。

【0011】本発明によれば、吸引与圧手段の吸引与圧力を制御するようにしたため、移動ステージの移動時に発生する静圧パッドのギャップ変動を打ち消すように吸引与圧力を制御すれば、移動後停止させた際、または移動開始して定速走行をさせた際の整定時間を短縮し、停止時の位置きめ精度を向上させることができる。

【0012】本ステージ装置においては、前記静圧パッドおよび/または前記吸引与圧手段と前記案内面の間のギャップ量を計測する計測手段をさらに備え、前記吸引与圧力制御手段は、該計測手段からの信号に応じて前記吸引与圧力をフィードバック制御することが好ましい。また、前記移動ステージが前記案内面と対向する部分である可動部を複数有する場合、前記計測手段は、この複数の可動部に対応してそれぞれ複数個所設けられ、前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動方向および動作状態により、前記計測手段による計測タイミングおよび計測値を選択制御することが可能である。また、前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動動作および/または駆動信号に同期して前記吸引与圧力を制御することが可能である。

【0013】前記ステージ装置において、前記吸引与圧力制御手段は、前記移動ステージの移動動作時に発生する外乱要因から予測制御するフィードフォワード制御により前記吸引与圧力を制御することが好ましい。

【0014】前記吸引与圧力制御手段は、例えば前記吸引与圧手段と前記案内面の間のギャップ量を変位制御することにより前記吸引与圧力を制御する。前記吸引与圧手段としては、例えば磁石またはバキュームパッドが用いられる。なお、前記吸引与圧手段が、バキュームパッドである場合、前記吸引与圧力制御手段は、前記バキュームパッドにおけるバキューム圧力を可変制御することにより前記吸引与圧力を制御することが可能である。

【0015】本発明に係る第2のステージ装置は、移動

ステージと、該移動ステージを所定の案内面に対しギャップを介して支持する複数の静圧パッドと、該移動ステージを駆動する駆動手段とを有するステージ装置において、前記静圧パッドの圧力を前記移動ステージの移動に同期して可変制御することにより、前記静圧パッドと前記案内面の間のギャップ量を制御するギャップ制御手段を有することを特徴とする。ここで、前記ギャップ制御手段は、互いに相対する静圧パッド面を有する前記静圧パッドの圧力については互いに逆相で可変制御すると良い。

【0016】さらに、前記ステージ装置において、前記案内面は、例えば前記移動ステージを垂直方向に支持するステージ定盤の上面または前記移動ステージを所定方向に案内するガイドの案内面とすることができる。

【0017】本発明の露光装置は、原版に描かれたパターンを投影光学系を介して基板に投影し、該投影光学系に対し該基板または該原版と該基板の両方をステージ装置により相対的に移動させることにより、該原版のパターンを該基板に繰り返し露光する露光装置であって、前記ステージ装置の少なくとも1つが上述したいずれかのステージ装置であることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好ましい実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

〔第1の実施形態〕図1は、本発明の一実施形態に係るステージ装置の全体斜視図である。このステージ装置は、投影露光装置のウエハステージとして用いられる。図1において、1はレチクル基板に描かれたレチクルパターンを縮小露光系を通して投影転写するために、単結晶シリコン基板表面にレジストが塗られたウエハ、2はウエハ1を縮小露光系の光軸方向およびチルト方向および光軸中心の回転方向に微動調整する微動ステージ、3は微動ステージ2のX軸方向の移動を案内するXガイドである。また、4は微動ステージ2をX方向に移動駆動するXリニアモータ、5はXガイド3および微動ステージ2をY方向に移動案内するYスライダ、6はYスライダをY方向にガイドするヨーガイドである。そして、7はYスライダ5をY方向に移動駆動するYLリニアモータ、8も同じくYスライダ5をY方向に移動駆動するYRリニアモータであり、9はステージ定盤である。微動ステージ2およびYスライダ5は、それぞれの下面に設けられた静圧パッドにより浮上され、ステージ定盤9に対して上下方向で支持案内される。

【0019】図2は、図1のステージ装置の主要部の平面図であり、図3は、図1のステージ装置の主要部の側面図である。図2および図3において、10はYスライダ5の側面に設けられ、ヨーガイド6に対して静圧を発生させ、エアベアリングとなる静圧パッドである。11は静圧パッド10の浮上力(+X方向の力)に対してヨーガイド6に対し磁気吸引力(-X方向の力)を発生

させる吸引与圧マグネットであり、吸引与圧を静圧パッド10の静圧面にかけることによって、エアベアリングギャップ量を調整し、かつ静圧剛性を上げている。12は積層型のピエゾ（圧電素子）であり、吸引与圧マグネット11をヨーガイド6とのギャップ方向に、組み込み調整ギャップから $\pm 50$  [ $\mu\text{m}$ ] 程度変位駆動する能力を有する。13はギャップセンサである。

【0020】図4は、図2における静圧パッド10、吸引与圧マグネット11およびギャップセンサ13等の構成を示す図であり、図5は、図4における吸引与圧マグネット11とヨーガイド6の間のギャップ量対吸引与圧マグネットによる与圧力特性を示すグラフである。ここで、組み立て時のギャップ（組み立て調整ギャップ）量の調整は、図4および図5に示すように、静圧パッド10とヨーガイド6の静圧ギャップが5 [ $\mu\text{m}$ ] のとき、吸引与圧マグネット11とヨーガイド6とのギャップ14が図5に示す与圧マグネット調整ギャップポイントAの50 [ $\mu\text{m}$ ] となるように調整する。この与圧マグネット調整ギャップポイントAは、ギャップ14を50 [ $\mu\text{m}$ ] 程度の位置に合わせ込むと、与圧力としてはほぼ50 [ $\text{kgf}$ ] 程度を中心に与圧力を発生させるポイントである。結果、定常動作時は、この与圧力50 [ $\text{kgf}$ ] が静圧パッド10とヨーガイド6の間の静圧ギャップ5 [ $\mu\text{m}$ ] での静圧力50 [ $\text{kgf}$ ] とバランスし、静圧パッド10の静圧ギャップは5 [ $\mu\text{m}$ ] に調整される。

【0021】以上の構成で、吸引与圧力制御をしない状態では、微動ステージ2をX方向にステップ移動させる際、Xリニアモータ4に発生するX方向の反力がYスライダ5に伝達され、静圧パッド10の静圧ギャップに反力の加速度変動によるギャップ量変動が、図6（b）に示す破線波形、すなわち上記した図23の実線のように発生する。図6（b）においては、横軸に時間、縦軸にギャップ量を示し、ギャップ量の中心を調整ギャップ量5 [ $\mu\text{m}$ ] としている。微動ステージ2のX方向のステップ移動により、まず+X、次いで-Xの順に、X方向の反力加速度変化による静圧ギャップ変動が図6（b）のグラフに破線で示す波形で発生する。図6（b）のグラフにおいて、ステップ時間は整定を含めて $T_a$  [sec]（図中の破線参照）となる。ここで、ギャップ量変動は $5 \pm 2$  [ $\mu\text{m}$ ] 発生する。

【0022】本実施形態では、図4に示すように、与圧吸引マグネット11をギャップ方向に $\pm 50$  [ $\mu\text{m}$ ] 程度駆動変位させる能力を有するピエゾ（圧電素子）12を与圧吸引マグネット11の背面に接合して設ける。さらに、Yスライダ5の端面にヨーガイド6とのギャップ変動を計測するギャップセンサ13を設ける。このギャップセンサ13により検出されたギャップ変動量信号を、ギャップセンサアンプ15により増幅し、与圧マグネットギャップ制御回路16によりギャップ変動量

信号から適切な吸引与圧力変化量を算出し、ピエゾ駆動ドライバ17にピエゾ12の駆動指令値を与える。ピエゾ12は、この駆動指令値に応じてピエゾ駆動ドライバ17から発生する駆動電圧により駆動変位する。また、計測手段であるギャップセンサ13等による計測タイミングおよび計測値を選択制御することも可能である。

【0023】図5に示すように、吸引与圧マグネット11とヨーガイド6の間のギャップ14を組み立て調整時の与圧マグネット調整ギャップポイントAから与圧制御最大ギャップポイントBおよび与圧制御最小ギャップポイントCまで駆動変位させることにより、吸引与圧力を $50 \pm 10$  [ $\text{kgf}$ ] の範囲で可変に制御し、図6

（a）に示す波形のように、X方向のステップ移動時のギャップ変動波形に同期するように吸引与圧力を制御する。ここで、図6（a）は、図1のステージ装置におけるX方向のステップ移動時の吸引与圧力制御波形の時間特性を示すグラフであり、横軸は時間、縦軸は与圧力をそれぞれ示す。

【0024】このように吸引与圧力を制御することにより、X方向のステップ移動時に発生する反力が+方向に働く時には、吸引与圧力が-方向に大きく（60 [ $\text{kgf}$ ]）なり、逆に反力が-方向に働く時には、吸引与圧力が-方向に小さく（40 [ $\text{kgf}$ ]）なる。X方向のステップ移動時の反力を相殺する方向に吸引与圧力を制御することにより、図6（b）に示す実線波形のように、ギャップ変動量を $5 \pm 1$  [ $\mu\text{m}$ ] に低減することができる。

【0025】さらに、ギャップ変動量の低減と合わせて減衰が改善されるため、ステップ移動時の整定までのステップ時間を吸引与圧力制御無しの状態における $T_a$  [sec] から $T_b$  [sec] に低減することができる。

【0026】本実施形態では静圧パッドのギャップ変動量の計測手段を設け、該計測手段からの計測信号により、静圧パッドの吸引与圧手段である吸引与圧マグネットの与圧力をX方向のステップ移動時に発生するギャップ変動に対して可変に制御し、X方向のステップ移動の反力に対して逆方向に吸引力を変化させることにより、X方向のステップ移動反力を低減することができる。結果として、X方向のステップ移動時に発生するヨーガイドと静圧パッドとのギャップ変動量を低減し、最終的にX方向のステップ移動加速度をさらに上げることが可能になる。同時に、同一加速度ではギャップ変動量が低減されることにより、X方向のステップ移動時の静圧パッドのギャップ変動量の減衰を改善し、静止精度の向上を図れ、露光装置のウエハステージとして用いられれば露光装置トータルのスループットや露光精度を向上させることが可能な露光装置を提供できる。

【0027】〔第2の実施形態〕図7は、本発明の第2の実施形態に係るステージ装置の主要部の平面図であ



り、図8は、図7のヨーガイド6を除外したステージ装置の主要部の側面図である。図7および図8において、図2および図3と同一の符号は図2および図3と同様の構成要素を示す。

【0028】図7および図8に示すステージ装置は、吸引与圧手段として図2および図3に示す吸引与圧マグネット11の代わりに吸引与圧バキュームパッド18を用いたものであり、バキューム与圧をかけて吸引する方式のものである。

【0029】図9は、図7における静圧パッド10、吸引与圧バキュームパッド18およびギャップセンサ13等の構成を示す図であり、図10は、図9における吸引与圧バキュームパッド18とヨーガイド6の間のバキューム圧力対与圧力特性を示すグラフである。図9に示すように、吸引与圧バキュームパッド18はバキューム圧力を変えることにより、吸引与圧力を $50 \pm 10$  [kgf] 程度可変する能力を有する。さらに第1の実施形態と同様に、Yスライダ5の端面に、ヨーガイド6とのギャップ変動を計測するギャップセンサ13を設ける。このギャップセンサ13により検出されたギャップ変動量信号を、ギャップセンサアンプ15により増幅し、与圧パッド制御回路19によりギャップ変動量信号から適切な吸引与圧力変化量を算出し、バキュームパッド圧力調整手段20に圧力指令値を与える。この圧力指令値に応じてバキュームパッド圧力調整手段20が発生するバキューム圧力信号により、吸引与圧バキュームパッド18の吸引与圧力を変化させる。

【0030】ここで、図10に示すように、吸引与圧バキューム圧力を、組み立て調整時の吸引与圧バキュームパッド調整圧力ポイントAから与圧制御最大バキューム圧力ポイントBおよび与圧制御最小バキューム圧力ポイントCまで変化させることにより、吸引与圧力を $50 \pm 10$  [kgf] の範囲で可変制御し、図6(a)に示す波形のように、X方向のステップ移動時のギャップ変動波形に同期するように吸引与圧力を制御する。

【0031】結果、吸引与圧力を制御することにより、X方向のステップ移動時に発生する反力が+方向に働く時には、吸引与圧力が-方向に大きく( $60$  [kgf]) となり、逆に反力が-方向に働く時には、吸引与圧力が-方向に小さく( $40$  [kgf]) なる。X方向のステップ移動時の反力を相殺する方向に吸引与圧力を制御することにより、図6(b)に示す実線波形のように、ギャップ変動量を $5 \pm 1$  [ $\mu\text{m}$ ] に低減できる。

【0032】さらに、ギャップ変動量の低減と合わせて減衰が改善されるため、ステップ移動時の整定までのステップ時間を吸引与圧力制御無しの状態での $T_a$  [sec] から $T_b$  [sec] に低減できる。

【0033】[第3の実施形態] 上記した実施形態では、YスライダとYガイド間の静圧パッドの与圧力制御について述べたが、他にYスライダとステージ定盤、お

よび微動ステージとステージ定盤間の上下方向の静圧パッド間に発生するピッチングおよびローリング方向のギャップ変動についても、同じく上下ギャップ検出手段を設けて、与圧力制御でギャップ変動量を低減することが可能である。

【0034】[第4の実施形態] 上記した実施形態では、X方向にステップ移動したときのX方向のギャップ変動についての与圧力制御について述べたが、他にY方向のステップ移動およびX方向のステップ移動とY方向のステップ移動を同時に行った際の斜めステップ移動時に発生するヨーイング方向(Z軸周りの回転モード)のギャップ変動等についても、同じくギャップセンサによるギャップ量変動として検出して、それぞれの静圧パッドの吸引与圧手段の与圧力を制御することにより、ヨーイング方向のギャップ変動を低減することが可能である。

【0035】[第5の実施形態] 上記した実施形態では、マグネットとピエゾ駆動による吸引与圧力制御手段ならびにバキュームパッドと圧力調整手段による吸引与圧力制御手段を用いた例を示したが、他に吸引バキュームパッドとピエゾ駆動による吸引与圧力制御手段も可能である。この場合、バキュームパッドの吸引圧力は一定または無制御とし、ピエゾによりバキュームパッドとガイド定盤の間のギャップ量を変えることにより吸引与圧力を制御し、静圧パッドのギャップ変動を低減することが可能である。勿論、バキュームパッドの吸引圧力とピエゾによるギャップ量の双方を制御するようにしてもよい。

【0036】[第6の実施形態] 上記した実施形態では、マグネットまたはバキュームパッド等の吸引与圧手段の駆動変位手段としてピエゾ(圧電素子)を用いているが、他にマグネットコイルと電磁ヨークの組み合わせ等の電磁駆動手段やダイヤフラム等の空圧駆動手段等でも駆動制御が可能である。

【0037】[第7の実施形態] 図11は、第7の実施形態に係るステージ装置のギャップ変動に対するギャップ制御方式を示す制御ブロック図である。上記した第1～第6の実施形態では、静圧パッドのギャップ計測手段からの信号をフィードバックしてピエゾ変位量を制御するフィードバック制御を行っているが、本実施形態では、予めステージの駆動状態と静圧パッドのギャップ変動量の関係を計測しておき、ステージの実働時は各駆動状態におけるギャップ変動量を予測し、図11(a)に示すように、ステージ装置の駆動プロファイルに同期してギャップ変動量を予め目標位置指令に外乱要因として加えるFF制御(フィードフォワード制御)による予圧力制御を行い、ギャップ変動量を減少させる。図11(b)は、第1～第6の実施形態におけるフィードバック制御と上記のフィードフォワードを組み合わせたもので、ここでは、予測したギャップ変動量ステージ装置の



駆動プロフィールに同期してギャップ制御量に加え、ギャップ変動量をさらに減少させる。

【0038】以上のように、静圧パッドの吸引与圧手段である吸引与圧マグネットの与圧力を、X、Y方向のステップ移動時に発生する各静圧パッドのギャップ変動に対して可変に制御することにより、X、Y方向のステップ移動時に発生するヨーガイドと静圧パッドとのギャップ変動およびYスライダとステージ定盤および微動ステージとステージ定盤とのギャップ変動を低減し、最終的にX、Y方向のステップ移動の加速度をさらに上げることが可能になる。それと同時に、同一加速度ではギャップ変動量が低減されることにより、X、Y方向のステップ移動時の静圧パッドのギャップ変動の減衰を改善できる。そして、本発明によるステージ装置を用いた露光装置は、ステップ露光装置では露光時の静止精度の向上が図れ、スキャン露光装置ではスキャン時の制御精度の向上が図れる。

【0039】[第8の実施形態] 図12は、第8の実施形態に係るステージ装置における構成を示す図であり、同図において、図1と同一の符号は図1と同様の構成要素を示す。上記した実施形態では、静圧パッドと吸引与圧手段の組み合わせにより吸引与圧力を可変に制御しているが、吸引与圧手段を有さずに、Xガイド3に対して両サイドから挟む形態で静圧パッド(Aパッド31、Bパッド32)を設けた場合は、両静圧パッド31、32の静圧力を、プッシュアップで制御することにより、ギャップ変動量を減少させることも可能である。

【0040】図13は、図12におけるX方向のステップ移動による反力Fに対するギャップ変動量と静圧力の時間変動波形を示すグラフであり、上から順に時間Tに対する反力Fの変動波形、時間Tに対するプッシュアップ制御ON/OFFの場合のAパッドギャップ変動波形、時間Tに対するプッシュアップ制御ON/OFFの場合のBパッドギャップ変動波形、時間Tに対するAパッド静圧力の制御波形、時間Tに対するBパッド静圧力の制御波形をそれぞれ示す。ここで、図12における反力Fの+/-の方向は、図13のグラフにおける方向と同様とする。

【0041】図12および図13において、微動ステージのステップ移動による反力FによるAパッド31およびBパッド32のギャップ変動量をプッシュアップ制御により低減させることが可能である。すなわち、+方向の反力Fが発生した場合とすると、Aパッド31側のギャップ量が減少しBパッド側のギャップ量が増加するので、Aパッド31の静圧力を増加(プッシュ)させ、Bパッド31の静圧力を減少(プル)させる。一方向の反力FについてもBパッド32およびAパッド31の静圧力をそれぞれ一方向に対して増減させる。図13は、静圧力をギャップ変動波形に同期するようにAパッド31およびBパッド32共に $4 \pm 1$  [kgf/cm<sup>2</sup>]の範

囲でプッシュアップ制御(Aパッド31およびBパッド32は互いに逆相に静圧力を可変制御)した例を示す。

【0042】[第9の実施形態] 上述の実施形態においては、本発明に係るステージ装置をステップアンドリビート方式の投影露光装置(ステップ)およびステップアンドスキャン方式の投影露光装置(スキャナ)の基板(ウエハ)ステージとして用いる例を示したが、本発明のステージ装置は、露光時、基板と原版(レチクル等)を投影光学系に対して相対的に走査(スキャン)するスキャナの原版ステージとして用いることもできる。

【0043】[半導体生産システムの実施形態] 次に、上記説明した露光装置を利用した半導体等のデバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の生産システムの例を説明する。これは、半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、もしくはソフトウェア提供等の保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワーク等を利用して行うものである。

【0044】図14は、全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダ(装置供給メーカ)の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器(露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等)や後工程用機器(組立て装置、検査装置等)を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク(LAN)109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

【0045】一方、102~104は、製造装置のユーザとしての半導体製造メーカ(半導体デバイスメーカ)の製造工場である。製造工場102~104は、互いに異なるメーカに属する工場であってもよいし、同一のメーカに属する工場(例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等)であってもよい。各工場102~104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク(LAN)111と、各製造装置106の稼働状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102~104に設けられたホスト管理システム107は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場

のLAN111からインターネット105を介してベンダ101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼働状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダ側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報等の保守情報をベンダ側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダ101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDN等）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダが提供するものに限らずユーザがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

【0046】さて、図15は、本実施形態の全体システムを図14とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例では、それぞれが製造装置を備えた複数のユーザ工場と、該製造装置のベンダの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザ（半導体デバイス製造メーカ）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお、図15では、製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネット等を構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼働管理がされている。一方、露光装置メーカ210、レジスト処理装置メーカ220、成膜装置メーカ230等、ベンダ（装置供給メーカ）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行うためのホスト管理システム211、221、231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベン

ダの管理システム211、221、231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

【0047】半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、もしくはネットワークファイルサーバ等である。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用または汎用のウェブブラウザを含み、例えば図16に一例を示す様な画面のユーザインタフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種401、シリアルナンバー402、トラブルの件名403、発生日404、緊急度405、症状406、対処法407、経過408等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。また、ウェブブラウザが提供するユーザインタフェースは、さらに図示のごとくハイパーリンク機能410、411、412を実現し、オペレータは各項目のさらに詳細な情報にアクセスしたり、ベンダが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考にする操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。ここで、保守データベースが提供する保守情報には、上記説明した本発明に関する情報も含まれ、また前記ソフトウェアライブラリは本発明を実現するための最新のソフトウェアも提供する。

【0048】次に、上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図17は、半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、

ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の組立て工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷(ステップ7)する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また、前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報等がデータ通信される。

【0049】図18は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のステージ装置によれば、静圧パッドに対する吸引与圧手段による与圧力を制御するようにしたため、例えば移動ステージの移動時に発生する各静圧パッドのギャップ変動に対して吸引与圧力制御手段により制御することで、移動ステージの移動時に発生するギャップ変動量を低減できる。また、移動ステージの移動時における整定までの時間を吸引与圧力制御手段が無い場合に比べて低減できる。そのため、移動ステージのステップ移動における加速度をさらに上げることが可能となる。

【0051】また、静圧パッドの圧力を移動ステージの駆動に同期して可変制御し、静圧パッドと案内面の間のギャップ量を制御することにより、可変制御を行わないときに比べてギャップ変動量を低減できる。

【0052】さらに、本発明の露光装置は、上記したステージ装置を備えることによりギャップ変動量等を低減することができ、ステップ移動時等の移動ステージの移動時における静圧パッドのギャップ変動を改善することができる。そのため、露光装置トータルのスループットや露光精度を向上させることが可能な露光装置を提供す

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係るステージ装置の全体斜視図である。

【図2】 図1のステージ装置の主要部の平面図である。

【図3】 図2のヨーガイドを除外したステージ装置の主要部の側面図である。

【図4】 図2における静圧パッド、吸引与圧マグネットおよびギャップセンサ等の構成を示す図である。

【図5】 図4における吸引与圧マグネットとヨーガイドの間のギャップ対吸引与圧マグネットによる与圧力特性を示すグラフである。

【図6】 図1のステージ装置におけるX方向へのステップ移動時の吸引与圧力制御波形とギャップ変動波形の時間特性を示すグラフである。

(a) 吸引与圧力制御波形の時間特性。

(b) 吸引与圧力制御ON(実線)/OFF(破線)の場合のギャップ変動波形の時間特性である。

【図7】 第2の実施形態に係るステージ装置の主要部の平面図である。

【図8】 図7のヨーガイドを除外したステージ装置の主要部の側面図である。

【図9】 図6における静圧パッド、吸引与圧バキュームパッドおよびギャップセンサ等の構成を示す図である。

【図10】 図8における吸引与圧バキュームパッドとヨーガイドの間のバキューム圧力対与圧力特性を示すグラフである。

【図11】 第7の実施形態に係るステージ装置のギャップ変動に対するギャップ制御方式を示す制御ブロック図である。

(a) 第7の実施形態に係るフィードフォワード制御を示す制御ブロック図である。

(b) フィードバック制御を示す制御ブロック図である。

【図12】 第8の実施形態に係るステージ装置における構成を示す図である。

【図13】 図12におけるX方向のステップ移動による反力Fに対するギャップ変動量と静圧力の波形をそれぞれ示すグラフである。

【図14】 本発明の一実施形態に係る露光装置を含む半導体デバイスの生産システムをある角度から見た概念図である。

【図15】 本発明の一実施形態に係る露光装置を含む半導体デバイスの生産システムを別の角度から見た概念図である。

【図16】 本発明の一実施形態に係る露光装置を含む半導体デバイスの生産システムにおけるユーザインタフェースの具体例を示す図である。

【図17】 本発明の一実施形態に係る露光装置によるデバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

【図18】 本発明の一実施形態に係る露光装置によるウエハプロセスを説明する図である。

【図19】 従来例に係るステージ装置の全体斜視図である。

【図20】 従来例に係るステージ装置の平面図である。

【図21】 従来例に係るステージ装置の側面図である。

【図22】 従来例に係るステージ装置の吸引与圧マグネットのギャップ量対与圧力特性を示すグラフである。

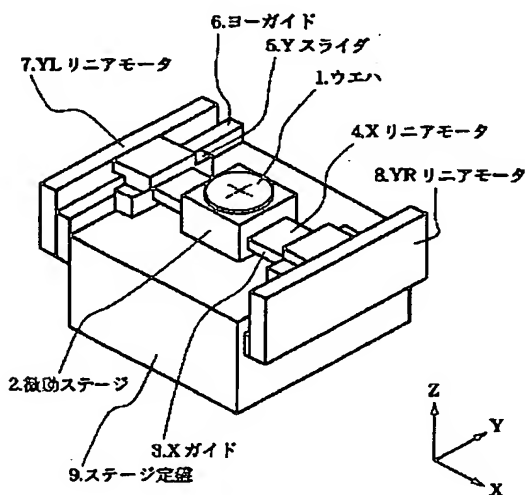
【図23】 従来例に係るX方向のステップ移動時のギャップ変動波形の時間特性を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

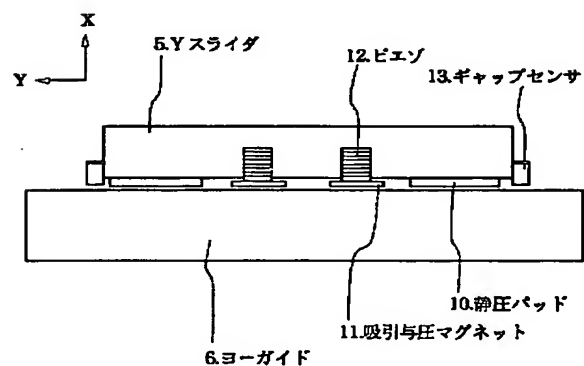
1：ウエハ、2：微動ステージ、3：Xガイド、4：Xリニアモータ、5：Yスライダ、6：ヨーガイド、7：YLリニアモータ、8：YRリニアモータ、9：ステージ定盤、10：静圧パッド、11：吸引与圧マグネット、12：ピエゾ、13：ギャップセンサ、14：ギャップ、15：ギャップセンサアンプ、16：与圧マグネットギャップ制御回路、17：ピエゾ駆動ドライバ、18：吸引与圧バキュームパッド、19：与圧パッド制御回路、20：バキュームパッド圧力調整手段、31：Aパッド、32：Bパッド、51：ウエハ、52：

微動ステージ、53：Xガイド、54：Xリニアモータ、55：Yスライダ、56：ヨーガイド、57：YLリニアモータ、58：YRリニアモータ、59：ステージ定盤、60：静圧パッド、61：吸引与圧マグネット、101：ベンダの事業所、102、103、104：製造工場、105：インターネット、106：製造装置、107：工場のホスト管理システム、108：ベンダ側のホスト管理システム、109：ベンダ側のローカルエリアネットワーク（LAN）、110：操作端末コンピュータ、111：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、200：外部ネットワーク、201：製造装置ユーザの製造工場、202：露光装置、203：レジスト処理装置、204：成膜処理装置、205：工場のホスト管理システム、206：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、210：露光装置メーカー、211：露光装置メーカーの事業所のホスト管理システム、220：レジスト処理装置メーカー、221：レジスト処理装置メーカーの事業所のホスト管理システム、230：成膜装置メーカー、231：成膜装置メーカーの事業所のホスト管理システム、401：製造装置の機種、402：シリアルナンバー、403：トラブルの件名、404：発生日、405：緊急度、406：症状、407：対処法、408：経過、410、411、412：ハイパーリンク機能。

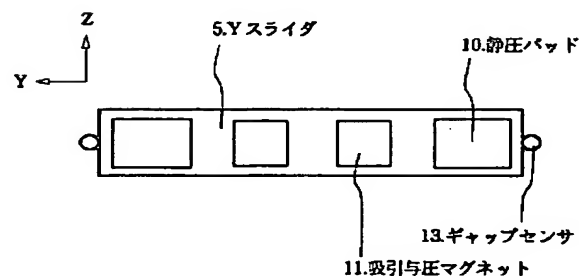
【図1】



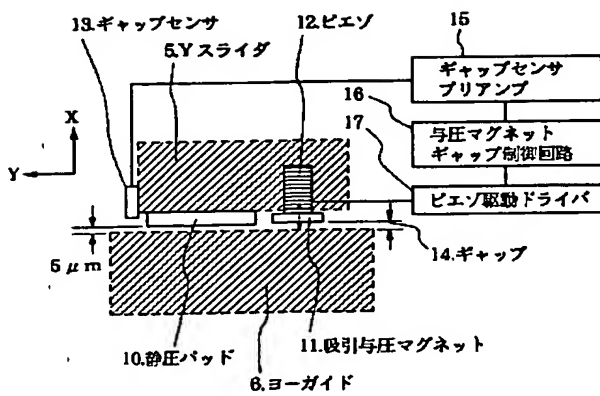
【図2】



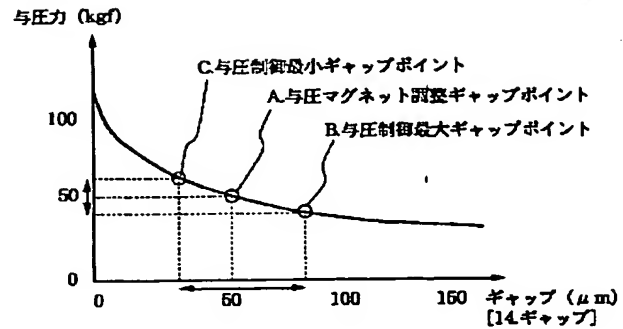
【図3】



【図4】

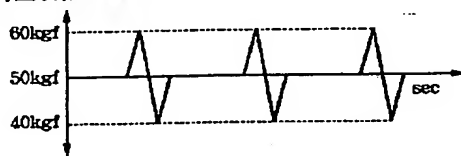


【図5】

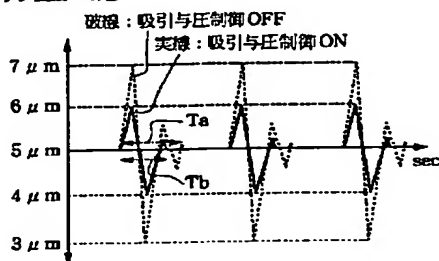


【図6】

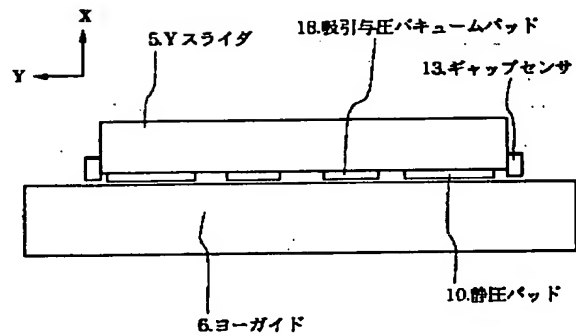
(a) 吸引与圧力制御の場合



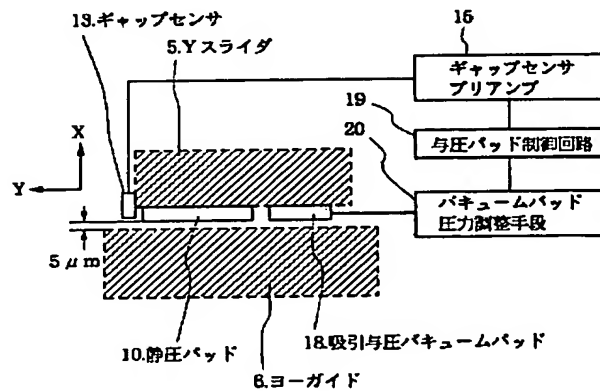
(b) ギャップ変動の場合



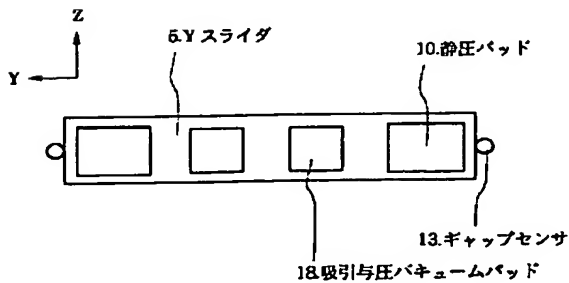
【図7】



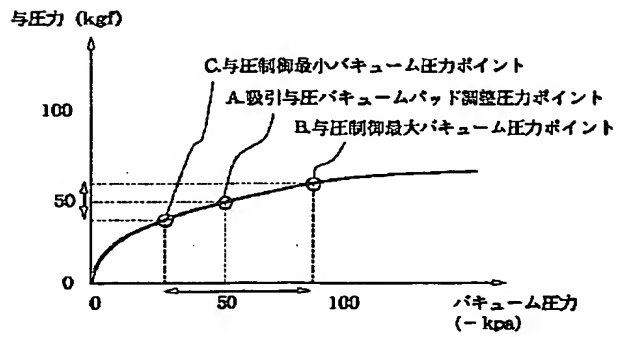
【図9】



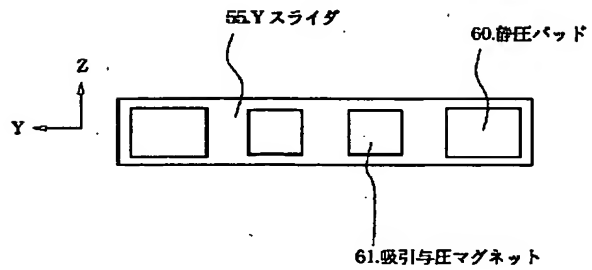
【図8】



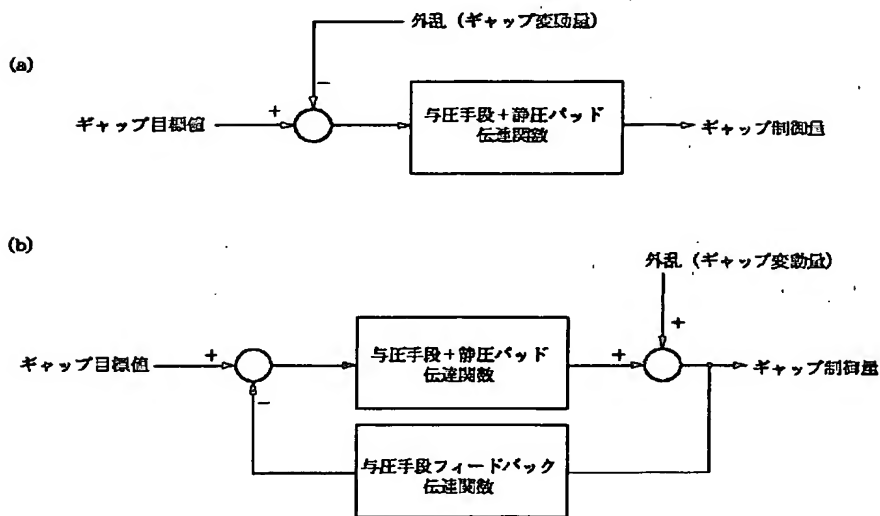
【図10】



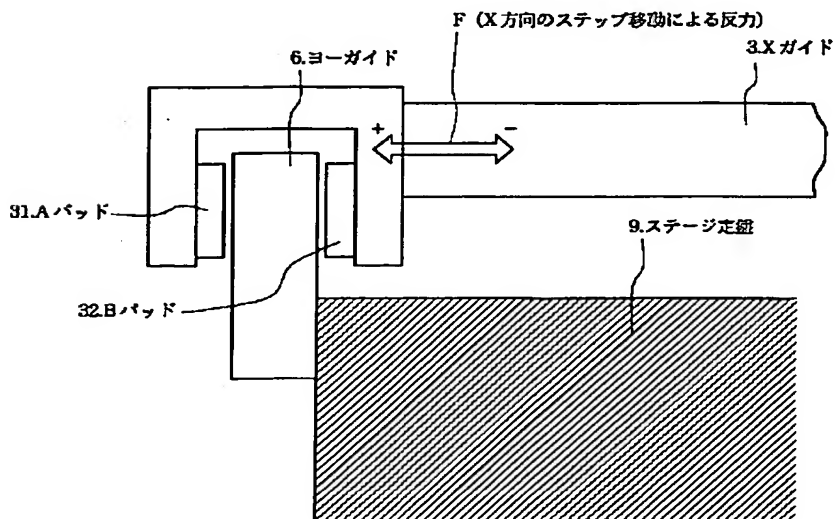
【図21】



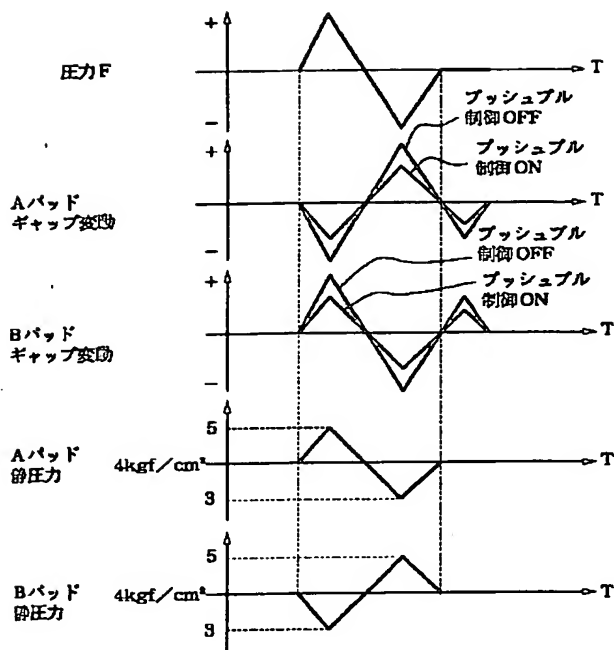
【図11】



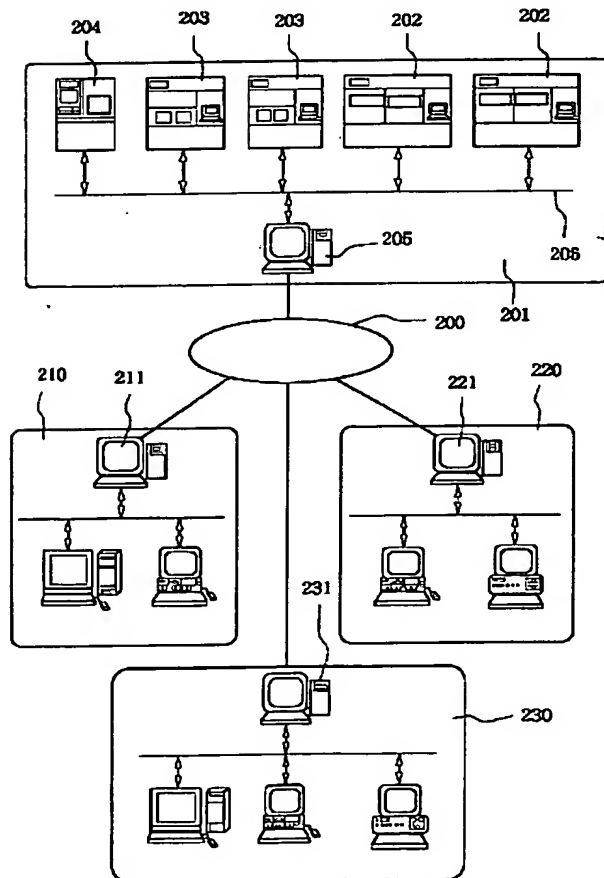
【図12】



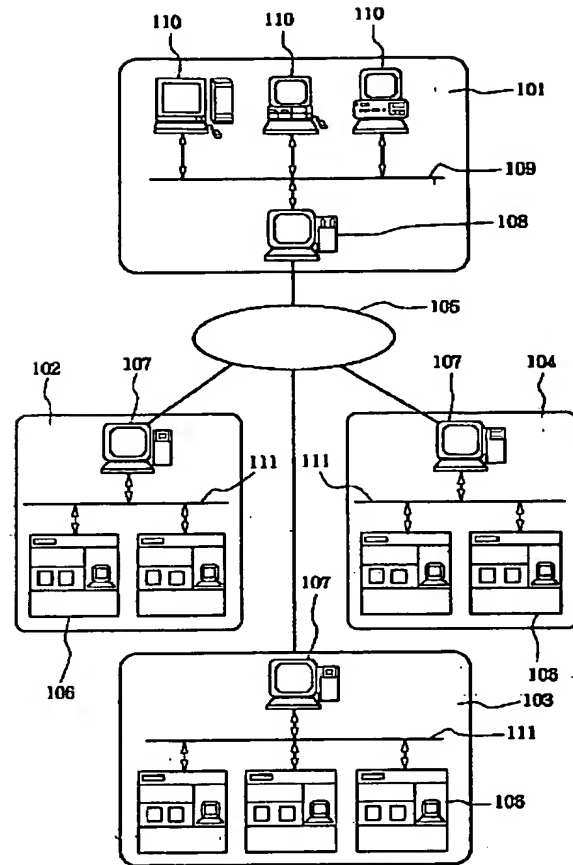
【図13】



【図15】



【図14】



【図16】

URL <http://www.maintain.co.jp/db/input.html>

トラブルDB入力画面

発生日 2000/3/16 404

設備 \*\*\*\*\* 401

件名 動作不良 (立上時エラー) 403

機器S/N 466NS4580001 402

架台型 D 405

症状 電線投入後LEDが点滅し続ける 406

対処法 電線再投入 (起動時に赤ボタンを押下) 407

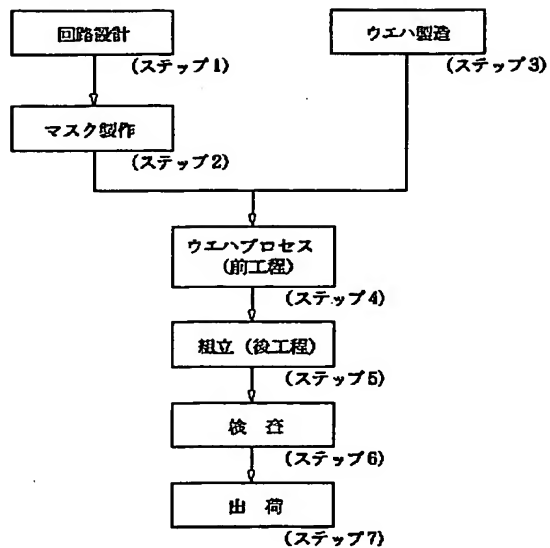
経過 暫定対処済み 408

送る リセット 410

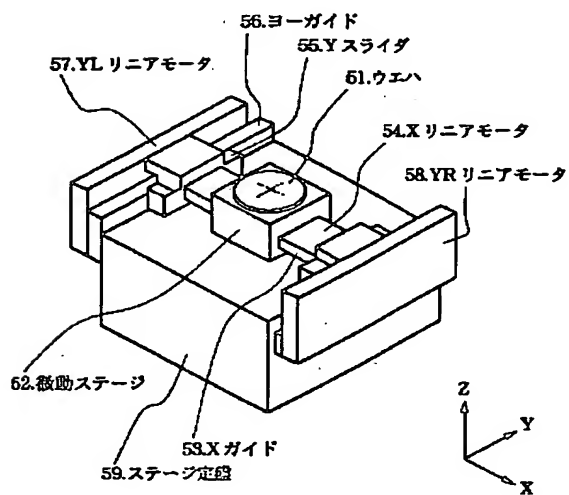
結果一覧データベースへのリンク ソフトウェアライブラリ 操作ガイド 411 412



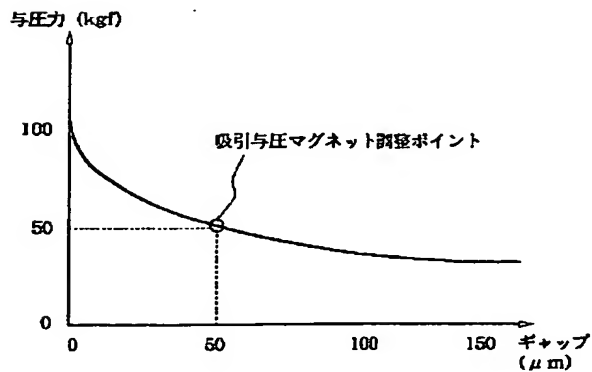
【図17】



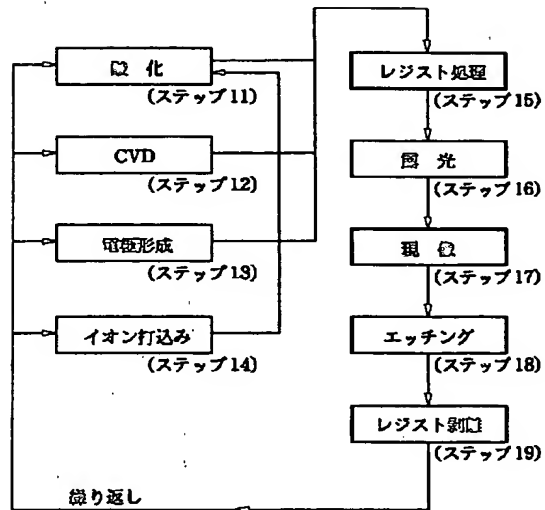
【図19】



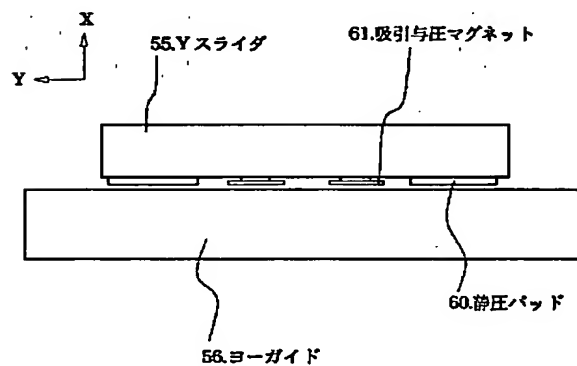
【図22】



【図18】



【図20】



【図23】

ギャップ変動/吸引与圧力制御なしの場合

